

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2986757号

(45) 発行日 平成11年(1999)12月6日

(24) 登録日 平成11年(1999)10月1日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 2 F 1/137
1/1343

識別記号

F I

G 0 2 F 1/137
1/1343

請求項の数14(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-60191
(62) 分割の表示 特願平3-502426の分割
(22) 出願日 平成3年(1991)1月9日

(65) 公開番号 特開平9-329813
(43) 公開日 平成9年(1997)12月22日
審査請求日 平成10年(1998)1月9日
(31) 優先権主張番号 P 4 0 0 0 4 5 1 . 1
(32) 優先日 1990年1月9日
(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(73) 特許権者 597035528
メルク パテント ゲーエムベーハー
ドイツ国, D-64293 ダルムシュタット
フランクフルター ストラッセ 250
(72) 発明者 バウア, ギュンター
ドイツ国, D-7800 フライブルグ, ヴ
ァルトホフストラッセ 8デー
(72) 発明者 フェーレンバッハ, ワルトラウト
ドイツ国, D-7830 エメンディンゲ
ン, クライトストストラッセ 8
(72) 発明者 スタウダッハー, バルバラ
ドイツ国, D-7637 エッテンハイム,
オイゲン ラクロイクスストラッセ 11
(74) 代理人 弁理士 葛和 清司 (外1名)

審査官 藤岡 善行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気光学的表示装置及び液晶切換素子

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 液晶分子から形成された液晶層と、
ここで該液晶層は、映像を表示するための表面を有し、
(b) 該表面とほぼ平行な成分を持つ電界を発生する電
界発生構造と、(c) 液晶層を挟むように配置された一
つの偏光子／検光子と、一つの反射器とを有し、切換わ
る映像を表示する複数の液晶切換素子から構成される電
気光学的表示装置において、該複数の液晶切換素子が、
該表面と平行な電界成分に対する配向角 β_0 が0度を越
え、90度未満である液晶分子を有することを特徴とす
る、前記電気光学的表示装置。

【請求項2】 (a) 液晶分子から形成された液晶層と、
ここで該液晶層は、映像を表示するための表面を有し、
(b) 該表面とほぼ平行な成分を持つ電界を発生する電
界発生構造と、(c) 液晶層を挟むように配置された一

2

つの偏光子／検光子と、一つの反射器とを有し、切換わ
る映像を表示する複数の液晶切換素子から構成される電
気光学的表示装置において、該複数の液晶切換素子が、
該表面と平行な電界成分に対する配向角 β_0 が、液晶の
誘電異方性が負の場合、0度を除き|20度|より大で
なく、正の場合、|90度|を除き|70度|より小で
はない液晶分子を有することを特徴とする、前記電気光
学的表示装置。

【請求項3】 (a) 液晶分子から形成された液晶層と、
ここで該液晶層は、映像を表示するための表面を有し、
(b) 該表面とほぼ平行な成分を持つ電界を発生する電
界発生構造と、(c) 液晶層を挟むように配置された一
つの偏光子／検光子と、一つの反射器とを有し、切換わ
る映像を表示する複数の液晶切換素子から構成される電
気光学的表示装置において、該複数の液晶切換素子が、

10

該表面と平行な電界成分に対する配向角 β_0 が、液晶の誘電異方性が負の場合、0度を越え20度以下であり、正の場合、70度以上90度未満である液晶分子を有することを特徴とする、前記電気光学的表示装置。

【請求項4】更に、(d)基板と、(e)液晶層の少なくとも一方の表面上に形成される配向層と、(f)液晶切換素子を制御するための駆動素子とを有する複数の液晶切換素子から構成されている電気光学的表示装置において、該複数の液晶切換素子が、プレチルト角 α_0 が、0度以上で30度未満の液晶分子を有することを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の電気光学的表示装置。

【請求項5】プレチルト角 α_0 が、0度を越える液晶分子を有することを特徴とする、請求項4に記載の電気光学的表示装置。

【請求項6】液晶分子が0度以上20度以下のプレチルト角 α_0 を有することを特徴とする、請求項4に記載の電気光学的表示装置。

【請求項7】液晶分子が0度以上10度以下のプレチルト角 α_0 を有することを特徴とする、請求項4に記載の電気光学的表示装置。

【請求項8】液晶分子が0度以上5度以下のプレチルト角 α_0 を有することを特徴とする、請求項4に記載の電気光学的表示装置。

【請求項9】液晶分子が0度以上1度以下のプレチルト角 α_0 を有することを特徴とする、請求項4に記載の電気光学的表示装置。

【請求項10】液晶層の $\Delta n \cdot d / \lambda$ の値が、0を越え2未満で、初期ツイスト角 β が0度±15度の範囲内、又は60±5度の範囲内である液晶切換素子を有していることを特徴とする、請求項4に記載の電気光学的表示装置。

【請求項11】反射器が、誘電ミラーであることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の電気光学的表示装置。

【請求項12】(a)液晶分子から形成された液晶層と、ここで該液晶層は、映像を表示するための表面を有し、(b)該表面とほぼ平行な成分を持つ電界を発生する電界発生構造と、(c)液晶層を挟むように配置された一つの偏光子／検光子と、一つの反射器とを有し、切換わる映像を表示する液晶切換素子において、該表面と平行な電界成分に対する配向角 β_0 が、0度を越え、90度未満である液晶分子を有することを特徴とする、前記液晶切換素子。

【請求項13】(a)液晶分子から形成された液晶層と、ここで該液晶層は、映像を表示するための表面を有し、(b)該表面とほぼ平行な成分を持つ電界を発生する電界発生構造と、(c)液晶層を挟むように配置された一つの偏光子／検光子と、一つの反射器とを有し、切換わる映像を表示する液晶切換素子において、該表面と

平行な電界成分に対する配向角 β_0 が、液晶の誘電異方性が負の場合、0度を除き|20度|より大でなく、正の場合、|90度|を除き|70度|より小ではない液晶分子を有することを特徴とする、前記液晶切換素子。

【請求項14】(a)液晶分子から形成された液晶層と、ここで該液晶層は、映像を表示するための表面を有し、(b)該表面とほぼ平行な成分を持つ電界を発生する電界発生構造と、(c)液晶層を挟むように配置された一つの偏光子／検光子と、一つの反射器とを有し、切換わる映像を表示する液晶切換素子において、該表面と平行な電界成分に対する配向角 β_0 が、液晶の誘電異方性が負の場合、0度を越え20度以下であり、正の場合、70度以上90度未満である液晶分子を有することを特徴とする、前記液晶切換素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】この発明は液晶層、および液晶層を新たな配向に再配向させる再配向手段からなり、かつ各種の光透過率を有する電気光学的液晶切換素子(エレメント)であって、再配向手段が再配向を行う電界を発生する電界発生構造からなり、上記の電界発生構造の電界が、主として液晶層と平行に配列された電界成分を有する電気光学的液晶切換素子及び同素子により構成された電気光学的液晶表示装置に関する。

【0002】上記の種類の電気光学的液晶切換素子としては米国特許第3,854,751号のものが知られている。この液晶切換素子では、電界発生構造により2種類の電界を発生する。一方は主として液晶層と平行に配列された電界成分を有し、他方は主として液晶層に垂直に配列された電界成分を有しており、その液晶は、液晶層に垂直な一方の電界と、液晶層と平行な他方の電界とによって、液晶の光軸を配向させることによって、一方の電界で最小光透過率の状態に切り換えられおよび他方の電界で最大透過率の状態に切り換えられる。補償コレステリック液晶が用いられ、電界がない時この液晶が自発的に配向して、その光軸が液晶層に垂直に配向される場合には、一方の電界は任意に省略される。しかし米国特許第3,854,751号によれば、上記の場合も両方の電界を用いる方が好ましい。というのは、自己配向性液晶の固有配向期間が比較的長いので非常に不利だからである。

【0003】西独特許願公開第2459533A1号および西独特許願公告第2328581B2号も、電界が、主として液晶層と平行に配列された電界成分を有する電界発生構造を具備する再配向手段を備えた電気光学的液晶切換素子を開示している。しかし米国特許第3,854,751号による液晶切換素子と同様に、互いに直角の2つの電界が、西独特許願公告第2328581B2号による液晶切換素子に発生し、液晶層の光軸を、互いに直角にのびる2つの配列に配向させ、その配向の一方は液晶層と平行にのび、他方の配向は液晶層に対し

て垂直にのびる。液晶の光軸のこの種の再配向は、西独特許願公開第2459533A1号による液晶切換素子にも起こり、液晶の光軸の強制配向が、液晶のホメオトロピックバウンダリー配向(homeotropic boundary orientation)によって、液晶層に対して垂直に起こる。

【0004】最後に国際特許願公開第84/04601号は、液晶について、電界が、主として液晶層に対して平行に配列された電界成分を有するくし状電界発生構造を開示している。しかし、この引用文献の手段は、光のカップリングアウト(coupling-out)が、液晶で構成された核の有効屈折の変化、または電界発生構造により液晶で形成されたカバーの変化で制御される光ガイドである。

【0005】さらに日本国特許願公開平1-33521号(Pat. Abstr. Jap. P-875、1989年5月23日、13巻、219号)は、電極を、平行な面に配列することを開示しているが、これは光液晶変調器中にストリーングスキャタリング状態(storing scattering condition)を発生させるのを目的とするものである。さらに日本国特許願公開平1-179912号(Pat. Abstr. Jap. P946、1989年10月18日、13巻、460号)および日本国特許願公開平1-161217号(Pat. Abstr. Jap. P-936、1989年9月25日、13巻、428号)は、ある種の配向を有するツイスト液晶が使用される場合に、表示のブロッキング状態を改善するのに役立つ液晶切換素子を開示している。その外、日本国特許願公開平1-44422号(Pat. Abstr. Jap. P-880、1989年6月7日、13巻、242号)は、ネマチック液晶が $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ のプレチルト角(pretilt angle)の配向を有する液晶切換素子を開示している。しかしこれは、液晶の光軸を電界をかけることによって、液晶層に対し平行の方向と垂直の方向に切換えることができる通常の液晶構造である。

【0006】最後に、英国特許第1,506,570号と、日本国特許願公開昭54-17756(Pat. Abstr. Jap. E-101、1979年3月30日、3巻、38号)は、光補償器もしくは反射器および二色性染料を有する液晶表示を開示している。さらに公知の電気光学的液晶切換素子が、例えば、M. SchadtとF. Leenhouts, Appl. Phys. Lett., 50巻、236頁以後、1987年; T.J. SchefferとJ. Nehring, J. Appl. Phys., 58巻、3022頁以後、1985年; L. Phil., G. Weber, R. Eidenschink, G. BaurおよびW. Fehrenbach, Appl. Phys. Lett., 38巻、497頁以後、1981年; およびM. SchadtとW. Helfrich, Appl. Phys. Lett., 18巻、127頁以後、1971年に開示されている。

【0007】電気光学的液晶切換素子は、特に、以下のような液晶表示装置に用いられる。例えば、テレビセット、コンピュータ、流通センターなどの施設、この液晶表示装置の映像スポットを変化させるすなわち映像スポ

ットの輝度および/または色を変化させる装置などの表示スクリーンである。液晶ディスプレイと呼ばれる、すでに公知で現在市販されている液晶表示装置の場合、視角すなわち視角の範囲、すなわち液晶表示装置が発生した映像を実質の光学的な誤表示なしで見ることができる角度範囲はかなり制限される。その理由は、映像のコントラストが視角に著しく強く依存しているからである。

【0008】本願に開示した試験結果から分かるように、公知の液晶表示装置のコントラストの視角に対するこの依存性は、液晶層に対して平行な配向と、液晶層に対して垂直な配向との間の、液晶層の光軸の上記の再配向が原因である。この発明の適用範囲内で行った試験は、液晶切換素子の透光性つまりコントラストが視角に著しく依存する原因が、かような再配向で行われる液晶の変形であると決定するのに役立った。

【0009】この発明によって、透光性つまりコントラストの視角に対する依存性は、電気光学的液晶切換素子を次のような方式でこの発明にしたがって製造すれば、最初に述べた種類の、特に非強誘電性液晶を有する電気光学的液晶切換素子では殆ど除去されることが見出されたものである。すなわち(a)液晶はツイストし得る構造を有し、液晶を通過する光の透過量はそのツイスト度に依存し、(b)液晶は、非ツイスト状態もしくはツイスト状態である初期の状態におけるアラインメントに固定され、そのツイスト軸は液晶層に対して垂直のままかまたは実質的に垂直のままであり、および(c)主として液晶層に対して平行に配列される再配向手段の電界成分は、各種光透過度に調節するために、液晶のツイスト度を、液晶層と平行もしくは実質的に平行にその光軸をツイストすることによって変化させることができる、という方式である。

【0010】この方法により、上記の再配向で起こる液晶の不利な変形はほとんどなくなり、透光性とコントラストは、特に視角と無関係になる。ツイスト軸が液晶層に対して“実質的に”垂直のままであり、光軸が液晶層と“実質的に”平行にツイストされているということは、プレチルト角 α_0 が $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の範囲にあることを意味し、この角は、液晶層と平行な面に対して、少なくとも、電界発生構造に対面する液晶層の層面上の液晶層の初期の状態におけるアラインメントから構成される。本願で用いる液晶層の初期の状態におけるアラインメントという用語は、液晶層の初期配向状態における液晶の分子軸の好ましい方向を意味する。

【0011】この発明の液晶切換素子は、次のような方式で作製するのが好ましい。すなわち、主として液晶層と平行に配列される、再配向手段の電界成分は、特に最大と最小の光透過率の間の範囲で光透過度を変える連続的もしくは段階的な調節を行うために液晶のツイスト度を連続的もしくは段階的に変化させるように、変えることができる。この発明の液晶切換素子の場合の透光性の

視角に対する依存性について本願に開示した試験結果から分かるように、この発明の液晶切換素子の場合、公知の液晶切換素子と比べて、その透光性は、もはやほとんど視角に依存しない。主として液晶層と平行に配列される電界成分を有する電界は、電界発生構造が、互いに平行に延びかつ液晶層と平行な帯状もしくは線状の電極で構成され、異なる電位差を交互に印加することによって得ることができる。

【0012】上記の電界発生構造の好ましい製造法は次のとおりである。

(a) 帯状もしくは線状の電極を、液晶層と平行な少なくとも2つの面に交互に配列し、この2つの面は特に、絶縁シート、薄いプレート、層などの2つの対向する面で形成されているかまたは(b)異なる電位差を印加された帯状もしくは線状の電極を同じ面にくし状状態で配列し、この面は、特に液晶層に対面する面で形成され、その面は液晶層を封じこめる基板または、この基板に用いられる絶縁シート、薄いプレートもしくは層などの面である。

【0013】この発明の電気光学的液晶切換素子の他の製造法は、主として液晶層と平行に配列される電界成分が、初期状態におけるそのアラインメントで電界発生構造に対面するその層面上に液晶層がもっている好ましい方向と 0° より大で 90° より小さい配向角を形成する点の特徴である。この方法において、一方では、隣接する液晶切換素子間または素子領域内の異なる回転方向によるドメインの生成が、防止され、他方では切換え期間が短くなり、応答速度が速くなる。その理由は、主として液晶層と平行に伸びる電界成分と、電界発生構造と対面する層面上の液晶層の初期状態におけるアラインメントとが鋭角をなしているため、電界が切換えされると充分な量の明らかに方向の定まった初期トルクが生成するからである。回転方向はこのトルクによって与えられるので、液晶切換素子は最短時間内で切換えられる。

【0014】この液晶切換素子は次の方式で製造することが好ましい。すなわち(a)配向角は、液晶の誘電異方性が正の場合 70° より大で 90° より小さく、または(b)液晶が負の誘電異方性を有する場合、配向角は 20° より小さく 0° より大きい、という方式である。正の誘電異方性を有する液晶物質が用いられる場合、液晶の好ましい方向(ディレクタ)を、電界の方向に回転させるトルクが誘発される。一方負の誘電異方性を有する液晶物質が用いられる場合、電界の方向に垂直な面内へ好ましい方向(ディレクタ)を回転させるトルクが誘発される。先に述べたように、電気光学的特性と切換え時間について、配向角は、正の $\Delta\epsilon$ の場合 $|70^\circ|$ より小ではなく、負の $\Delta\epsilon$ の場合 $|20^\circ|$ より大でない方がよい。

【0015】液晶物質としては、負の誘電異方性 $\Delta\epsilon$ を有する特に非強誘電性液晶物質が、この発明の液晶切換

素子に特に好ましい。というのは、液晶層と平行に配列される成分に加えて、電界が液晶層に垂直に配列される成分をもっている場合、上記液晶物質によって他の種類のドメイン形成をなくすることができるからである(このことは通常実際に起こることである)。例えば、上記のことは、電界が(好ましくは、)帯状もしくは線状の電極によって生じるときに起こる。というのは高い電界の場合に有効な成分は、液晶層と平行もしくはほとんど平行にのびる成分とともに液晶層に垂直にも存在するからである。液晶物質が正の $\Delta\epsilon$ をもっている場合、これは、高い電界の場合液晶の再配向をもたらし、高い電界では、好ましい方向は液晶層の面から回転される。これにはドメインの形成が付随し、多くの場合望ましくないため、電気光学的特性の低い範囲だけが使用可能になる。負の $\Delta\epsilon$ を有する物質の場合、この電界成分は、液晶の好ましい方向を、液晶層の面内において回転させるトルクを誘発する。したがって上記の再配向は防止され、その電気光学的特性のかなり大きな部分が使用可能になる。この発明による液晶切換素子のさらに好ましい態様は、少なくとも電界発生構造に対面するその層面に、液晶層の初期状態におけるアラインメントが液晶層と平行な面と $0^\circ \sim 30^\circ$ の範囲のプレチルト角を有するものである。

【0016】これは、電界が、液晶の固定層に直接隣接して加えられるときに、液晶の有利な変形性を得るのに役立つ。液晶の初期配向状態については次のことが好ましい。すなわち、(a)液晶は、初期配向状態において非ツイスト構造を有し、主として液晶層と平行に配列した電界成分によってツイスト構造に再配向させることができ、そのツイスト構造においてツイスト軸は液晶層に垂直であるか、または(b)液晶は、ツイスト軸が液晶層に対して垂直な初期配向状態においてツイスト構造を有し、そのツイスト構造は、主として液晶層と平行に配列された電界成分によって脱ツイストすることができる。

【0017】この発明の液晶切換素子の他の基本的構造は次の方式で作るのが好ましい。すなわち(1) 偏光子が、液晶層の一方の面側に設けられ、直接光モードで電気光学的液晶切換素子を作動させ、アナライザが他方の面側に設けられるか、または(2) 電気光学的液晶切換素子を反射モードで作動させるために、偏光子/アナライザが液晶層の一方の面側に設けられおよび反射器が他方の面側に設けられる。

【0018】この場合、複屈折光補償器を、液晶層と偏光子の間に設けることができる。別のアナライザを前者の場合に設ける場合、光補償器を、代わりに液晶層とアナライザの間に設けることができる。特に、液晶層は二色性染料を含有していてもよく、偏光子は液晶層の少なくとも一方の面側に設けることができる。この発明の液晶切換素子は、その光透過度が液晶層の初期配向状態に

10

20

30

40

50

において、その最大値または最小値を有し、液晶層の再配向された状態で他方の極値まで変えることができる方式で作ることが好ましい。

【0019】電気光学的表示装置の映像スポットの輝度および／または色を変えるために、この発明の液晶切換素子を使うことは特に好ましく、表示装置としては表示スクリーンが好ましい。電気光学的表示装置の液晶切換素子は、特に、トランジスタマトリックスか、または時間多重使用法（Zeitmultiplexverfahren）、即ち時分割駆動法による直接駆動手段で制御することができる。

【0020】この発明の上記およびその他の利点と特徴は、図1～7を参照してこの発明の電気光学的液晶切換素子の好ましい実施態様によって以下により詳細に説明する。これらの図面はこの発明の電気光学的液晶切換素子の好ましい実施態様の構造に関連する限り、例証を目的とするものでこの発明を限定するものではない。図1はこの発明の電気光学的液晶切換素子の実施態様の部分断面図を示す。その素子は好ましくは電気光学的表示装置の映像スポットを形成し、表示装置はこの映像スポットの輝度および／または色を制御し、電気光学的表示装置の表示スクリーンは二次元マトリックスの配列に集積された複数のかような液晶切換素子で構成されている。図2は、直接光モード用の、この発明の電気光学的液晶切換素子の実施態様の斜視図を示す。液晶は配向の矢印だけで示し、個々の部分は分解図で示してある。

【0021】図3は、反射モード用の、この発明の電気光学的液晶切換素子の実施態様の斜視図を示す。液晶は配向の矢印だけで示し、個々の部分は分解図で示してある。図4は、この発明の他の実施態様の斜視図を示す。図5は、液晶の初期状態のアラインメントと液晶層に平行な面とで形成されるプレチルト角 α_0 、ならびに液晶を再配向する電界の液晶層に平行に配列された電界成分と液晶層が電界発生構造に直面するその層面上にもっている初期状態のアラインメントとで形成される配向角 β_0 のダイアグラムを示す。

【0022】図6は、この発明の電気光学的液晶切換素子の代表的な実施態様の場合の、垂直入射光の透過率を印加電圧の関数として示す、実験で測定した曲線を示す。図7は、この発明の電気光学的液晶切換素子の代表的な実施態様の場合の、計算によって決定した透過率の値を示す。またこの図は、透過率したがってコントラストの視角に対する依存性は、この電気光学的液晶切換素子ではほとんどなくなっていることを示している。図8は、公知の電気光学的液晶切換素子であるいわゆるTNセルの場合の計算で決定された透過率の値を示す。この図は、透過率の視角に対する依存性を極座標で示すが、表示の目盛は図7と正確に同じである。図8と図7を比較すると、公知の電気光学的液晶切換素子の場合、透過率が視角に対して高度に依存しているが、これに比べて

この発明の電気光学的液晶切換素子の場合、透過率の視角に対する依存性は、大きな領域内には事実上存在しないことを示している。

【0023】この発明の好ましい実施態様について、まず図1と図2を参照して以下に詳細に説明する。図1は、直接光モードの電気光学的液晶切換素子の実施態様の、集積された状態の断面図を示し、図2は図1について縮尺した同じ液晶切換素子の個々の部分の分解図である。さらに、図2に示す下方の配向層と下方の絶縁層は、説明のために図1と対照して平面層として示してある。

【0024】図1と図2に示す直接光モード用の電気光学的液晶切換素子1は、図面に対応して下部基板および上部基板として以後称呼する2つの基板3と4の間にはさまれた液晶層2で構成されている。またこれらの基板は実際には各種の位置を採用できる。これらの基板3と4としてはガラス基板が好ましいが、例えばプラスチック類のような他の適切な透明で好ましくは絶縁性の材料でもよい。さらに、基板3と4は互いに平行な平面として製造するのが好ましく、その結果、液晶層2は好ましくは実質的に平面の層かまたは平面層である。

【0025】液晶層2を、液晶切換素子の中で、初期状態の予めきめられたアラインメントに保持するために、液晶層は2つの基板3と4に直接隣接させずにむしろそれぞれ1つの配向層5と6に直接隣接させる。これら配向層は、図面に対応して、今後下部配向層および上部配向層と称呼する。上部配向層6は上部基板4に直接形成される。一方電界発生構造7と任意に絶縁層8が、下部基板3と下部配向層5の間に設けられ、その結果、電界発生構造7、絶縁層8および下部配向層5は、この順に下部基板3に形成される。

【0026】電界発生構造7は、互いに平行にのびかつ液晶層2と平行な帯状もしくは線状の電極9と10で構成されている。ここでは図1と図2に示すように、帯状もしくは線状の電極9と帯状もしくは線状の電極10とが交互に設けられている。帯状もしくは線状の電極9は帯状もしくは線状の電極10に対して各種の電位差で接続され、その結果、各々1つの電界が帯状もしくは線状の電極9と10の間に発生し、その電界は、主として液晶層2に平行に配列された電界成分をもっている。例えば、図2に示すように、帯状もしくは線状の電極9は、電圧源11の一方の電極に接続され、帯状もしくは線状の電極10は、電圧源11の一方の電極に接続される。電圧源11は、原理上直流電源として示してあり、原則としてこのような直流電源であってもよいが、液晶層の劣化と、これに伴う障害を回避するために、実際には交流電圧源11が用いられる。

【0027】帯状もしくは線状の電極9と10は、ここに示している液晶切換素子の実施態様の同じ平面すなわち絶縁ベース層12の表面上にくし状態に形成される

がこの絶縁ベース層は基板3の表面で形成させてもよい。そして帯状もしくは線状の電極9は互いに電氣的に接続されて、横方向特に垂直方向にのびる帯状もしくは線状の横電極によって第1くし構造を提供し、また帯状もしくは線状の電極10は互いに電氣的に接続され、横方向特に垂直方向にのびる帯状もしくは線状の横電極によって第2くし構造を提供し、さらにその2つのくし構造は、図2と図3にとくに充分示しているようにかみ合い状態で配置されている。

【0028】上記の図に示されていない他の可能な構成では、帯状もしくは線状の電極9が絶縁ベース層12の上面に配列され、一方帯状もしくは線状の電極10が絶縁ベース層12の下面に配列され、またはその逆に配列される。この場合、帯状もしくは線状の電極は、くし状構造を必要とせず、単純な平行の帯状体もしくは線状体として作ることができる。

【0029】さらに、図1と図2に示す液晶切換素子1は、基板3の外部側に偏光子15、および基板4の外部側にアナライザ16を備えている。光の通過方向によって、偏光子とアナライザはいれかえてもよい。最後に、光補償器17が偏光子15と基板3の間に設置される。またこの光補償器17は、かわりに、アナライザ16と基板4の間に配置してもよい。図3は反射モード用の電気光学的液晶切換素子の実施態様の斜視図であり、個々の部分を分解図で示してある。この素子18は、その外側の設計が図1と図2の液晶切換素子1と異なる。すなわち図1に示すアナライザ16の代わりに反射器19が設けられている点だけが異なり、その反射器は、この実施態様では、例えばガラス基板の基板20と、液晶層2に対面する基板20の面状に設けられた反射層21とで構成されている。この構造に対応して、残っている偏光子は同時にアナライザであるので、図1と図2の偏光子と区別するため偏光子／アナライザ22と呼称する。

【0030】反射モード用の電気光学的液晶切換素子の他の実施態様を図4に示すが、この素子28が図1と図2の電気光学的液晶切換素子1と異なるのは、例えば図1と図2の絶縁層8の代わりに誘電ミラー8aが設けられ、かつ複屈折補償器17が任意に基板4とアナライザ16の間に設けられている点である。アナライザ／偏光子22はアナライザ16として設けられており、偏光子およびアナライザとして作動する。したがって図1と図2の偏光子は省略される。この実施態様は次のような特別な利点がある。すなわち図4に示すように、液晶層2と、電極構造7及び基板3の組合せとの間に誘電ミラー8aが設けられる場合、電極構造7と基板3が透明でなくともよいという利点である。この場合、配向層5は液晶層2と誘電ミラー8aの間に位置している。また配向層5は誘電ミラー8aの構成部材であってもよい。また電極構造7は、誘電ミラー8aの上に、特にその液晶層2に対面する側に設置することができる。

【0031】さらに、液晶切換素子18と28の外側構造が液晶切換素子1のそれと等しい場合は、図1と図2と同じ参照番号を用いている。したがって繰返しを避けるために図1と図2の対応する説明を参照する。液晶切換素子1、18および28の内部構造について、すなわち液晶層、配向層、偏光子、電界発生構造などのそれぞれのパラメータを用いてより詳細に説明する。これらのパラメータはすべて液晶切換素子1、18および28を作動させるのに重要である。これらパラメータは下記に示しかつ図2ないし図4にできるだけ記載してある。

【0032】以下のパラメータは、液晶切換素子の好ましい実施態様を、その物理的状態について説明するのに用いる。 β ＝初期配向状態における液晶層2内の液晶のツイスト角、すなわち、基板3もしくは配向層5におけるディレクタと、基板4もしくは配向層6におけるディレクタとの間の角。 β_0 ＝液晶層と平行な面(x, y)上に配列された電界成分の方向(y)と、分子軸の好ましい方向を上記(x, y)面に投影してできた方向とのなす角。その電界成分は、電界発生構造7によって発生し、その液晶層2は、その層面上に液晶層2の初期状態のアラインメントの分子軸を有し、液晶層は、電界発生構造7に対面しすなわち配向層5の上にある。あるいはこの角は、基板3もしくは配向層5におけるディレクタと、帯状もしくは線状の電極9、10の面内のこれら電極の長さ方向に対する法線との間の角に等しい。

【0033】 α_0 ＝液晶層2の層面上の液晶層2の初期状態におけるアラインメント、および液晶層2に平行な面(x, y)とで形成されるプレチルト角。液晶層の初期状態におけるアラインメントは、ここでは、液晶層の初期配向状態における液晶層2の分子軸の好ましい方向を意味すると解される。

ψ ＝基板3もしくは配向層5におけるディレクタと偏光子15または偏光子／アナライザ22の透過方向との間の角。

ψ' ＝基板3もしくは配向層5におけるディレクタと、アナライザ16の透過方向との間の角。

$|\psi - \psi'|$ ＝偏光子およびアナライザの透過方向の間の角。

d＝液晶層2の厚み

ϵ_{\parallel} 、 ϵ_{\perp} ＝液晶のディレクタにそれぞれ平行および垂直の比誘電率。

$\Delta\epsilon$ ＝液晶の誘電異方性＝ ϵ_{\parallel} と ϵ_{\perp} との差、すなわち
 $\Delta\epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$

n_o 、 n_e ＝各々液晶の常光屈折率と異常光屈折率

λ ＝光の波長

$\Delta n = n_e - n_o$

【0034】図2ないし図4の矢印23と27は液晶層2の液晶分子の好ましい方向を示し、配向層5の好ましい方向は特に矢印23で示し、配向層6の好ましい方向は特に矢印27で示してある。一方矢印24、25および

び26は中間領域の好ましい方向を示し、液晶のツイストを旨く示すために記載してある。プレチルト角 α_0 と配向角 β_0 は図5に示し、X軸とY軸は液晶層2と平行に延びる面を定義する。一方Z軸は液晶層2に垂直に延び、すなわち液晶層の厚みの方向に相当する。X軸とY軸は液晶層2の幅と長さの方向に相当する。下記の表1

表1：直接光モードにおけるホモジニアス平面配向の好ましい初期状態

初期状態	β	$\Delta \varepsilon$	$d \times \Delta n / \lambda$	α_0	β_0	ϕ	$ \phi - \phi' $
D 1	$0^\circ \pm 15^\circ$	> 0	$> 0, < 4$	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$\geq 70^\circ, < 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ 好ましくは 90°
D 2	$0^\circ \pm 15^\circ$	< 0	$> 0, < 4$	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 0^\circ, \leq 20^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ 好ましくは 90°
D 3	$90^\circ \pm 15^\circ$	> 0	$> 0, < 4$ 好ましくは $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ $\frac{1}{2}\sqrt{15}$ $\frac{1}{2}\sqrt{35}$	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$\geq 70^\circ, < 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ 好ましくは 0°
D 4	$90^\circ \pm 15^\circ$	< 0	$> 0, < 4$ 好ましくは $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ $\frac{1}{2}\sqrt{15}$ $\frac{1}{2}\sqrt{35}$	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 0^\circ, \leq 20^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ 好ましくは 0°

【0036】

【表2】

表2：反射モードにおけるホモジニアス平面配向の好ましい初期状態

初期状態	β	$\Delta \varepsilon$	$d \times \Delta n / \lambda$	α_0	β_0	ϕ	$ \phi - \phi' $
R 1	$0^\circ \pm 15^\circ$	> 0	$> 0, < 2$ 好ましくは 0.36	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$\geq 70^\circ, < 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ 好ましくは 90°
R 2	$0^\circ \pm 15^\circ$	< 0	$> 0, < 2$ 好ましくは 0.36	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 0^\circ, \leq 20^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ 好ましくは 90°
R 3	$60^\circ \pm 5^\circ$	> 0	$> 0, < 2$ 好ましくは 0.36	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$\geq 70^\circ, < 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$
R 4	$60^\circ \pm 5^\circ$	< 0	$> 0, < 2$ 好ましくは 0.36	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 0^\circ, \leq 20^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$

【0037】表に記載された記号について説明する。 $d \times \Delta n / \lambda$ 、 α_0 および β_0 の値は範囲で示してある。記号 \geq 、 \leq および $>$ 、 $<$ で示される2つの値は各々2つの範囲を示し、前者の2つの記号は限界値を含み後者の2つは限界値を含まない。電気光学的液晶切換素子1、18もしくは28が電気光学的表示装置の映像スポットの輝度および/または色を変えるために用いられる場合、

と表2はそれぞれ、直接光モードと反射モードの好ましい初期状態を示し、この初期状態は電界が電界発生構造7を通じて加えられていないときに存在する状態を意味すると解される。

【0035】

【表1】

図1、2または3それぞれの液晶切換素子1または18は単一の映像スポットを形成し、その結果、このような液晶切換素子1、18または28が多数表示スクリーンに組込まれる。基板、配向層、偏光子、アナライザと偏光子/アナライザ、反射器、および光補償器はすべて、図1～4に説明のために個々の部品として示してあり、各々、全映像スポットに対する好ましくは一体のコンポ

ーネットジョイントを形成し、一方個々の映像スポットは各々それ自体の電界発生構造7を備えている。その電界発生構造が図1～4に示す種類のくし状構造のものでない場合、この電界発生構造は、電気光学的表示装置が例えば時分割駆動法によって対応するしかたで交叉式で制御されるとき、電気光学的表示装置の全領域を通じて全体としてのびる帯状もしくは線状の電極で構成されていてもよい。

【0038】液晶切換素子の好ましい数値は下記のとおりであり、これは、液晶切換素子が電気光学的表示装置の映像スポットとして使用される場合に特に当てはまる。

液晶層の厚み： $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$

1つの映像スポットに対応する電界発生構造の面積：辺の長さが $10\mu\text{m}\sim 1\text{mm}$ の正方形

隣接する帯状もしくは線状の電極間の距離： $2\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$

最高コントラストの場合の隣接する帯状もしくは線状の電極間の電圧：1ボルト \sim 80ボルト

【0039】偏光板、すなわち反射式液晶切換素子18または28の前方の偏光子／アナライザ22の利用は、平行配置される偏光子15、とアナライザ16と等価である（すなわち透過方向において、アナライザ16は偏光子15と平行である）。偏光ビームスプリッター（McNeill prism）と組合わせて反射式液晶切換素子18または28を使用することは、透過式液晶切換素子1の交叉配置される偏光子15、とアナライザ16に相当する。この装置は特に、大形の光透過式投射器に適している。

【0040】上記の液晶切換素子1、18および28の機能、とくにその光学的挙動は、計算器シミュレーションによって試験し、対応して作製した液晶切換素子について行った実験で確認された。これらの試験の結果を図6と図7に示す。図8は、TN液晶切換素子、すなわちヘリカルネマチック液晶を有する公知の液晶切換素子で行った比較試験の結果を示す。

【0041】図6の試験結果に基づいて、図1と図2によって設計された液晶切換素子は以下の設計数値をもっている。

液晶層の厚み $= 6.9\mu\text{m}$

誘電異方性 $= -1.5$

光路長 $d \times \Delta n / \lambda = 0.865$

初期ツイスト角 $\beta = 0^\circ$

配向角 $\beta_0 = 5^\circ$

プレチルト角 $\alpha_0 = 5^\circ$

偏光子とアナライザ間の角 $= 90^\circ$

【0042】次に図7と図8について説明する。これらの図を比較すると、この発明の電気光学的液晶切換素子の、公知の液晶切換素子を越える驚くべき特性を明確に示している。ツェータ（THE TA）の角は、観察方向

および液晶層に対する法線との間の角である。透過光の強度は極座標表示の軸に示す。透過率は垂直プレチルトの約25%である。

【0043】図1と図2の電気光学的液晶切換素子1において、配向層6と基板4は、例えば液晶ポリマーが用いられる場合、任意に省略することができる。反射モードの電気光学的液晶切換素子の実施態様は、対応して改変することができる。それ故に、本願明細書および特許請求の範囲で用いる“液晶”という用語には液晶ポリマー類または他の液晶物質が含まれる。しかし、この発明に用いられる液晶としては、限定されないが、ネマチック液晶類もしくはネマチック液晶ポリマー類が好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の電気光学的液晶切換素子の実施態様の部分断面図を示す。

【図2】直接光モード用の、この発明の電気光学的液晶切換素子の実施態様の斜視図を示す。液晶は配向の矢印だけで示し、個々の部分は分解図で示してある。

【図3】反射モード用の、この発明の電気光学的液晶切換素子の実施態様の斜視図を示す。液晶は配向の矢印だけで示し、個々の部分は分解図で示してある。

【図4】この発明の他の実施態様の斜視図を示す。

【図5】液晶の初期状態のアラインメントと液晶層に平行な面とで形成されるプレチルト角 α_0 、ならびに液晶を再配向する電界の液晶層に平行に配列された電界成分と液晶層が電界発生構造に対面するその層面上にもっている初期状態のアラインメントとで形成される配向角 β_0 のダイアグラムを示す。

【図6】この発明の電気光学的液晶切換素子の代表的な実施態様の場合の、垂直入射光の透過率を印加電圧の関数として示す、実験で測定した曲線を示す。

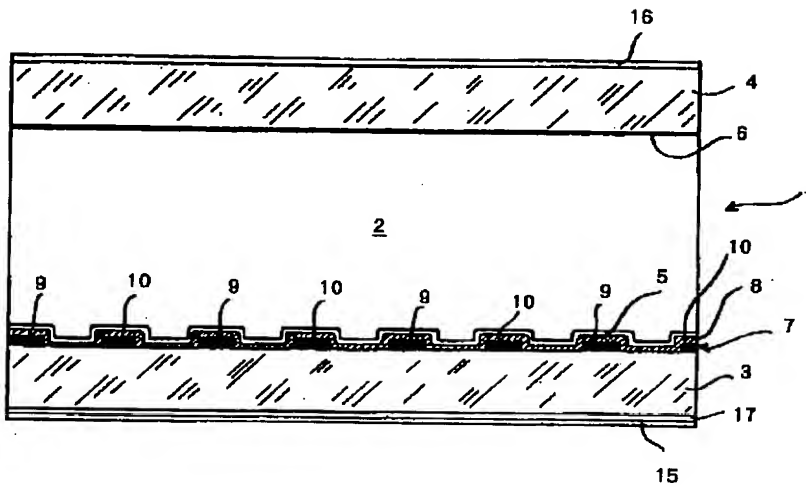
【図7】この発明の電気光学的液晶切換素子の代表的な実施態様の場合の、計算によって決定した透過率の値を示す。またこの図は、透過率したがってコントラストの視角に対する依存性は、この電気光学的液晶切換素子ではほとんどなくなっていることを示している。

【図8】公知の電気光学的液晶切換素子であるいわゆるTNセルの場合の計算で決定された透過率の値を示す。

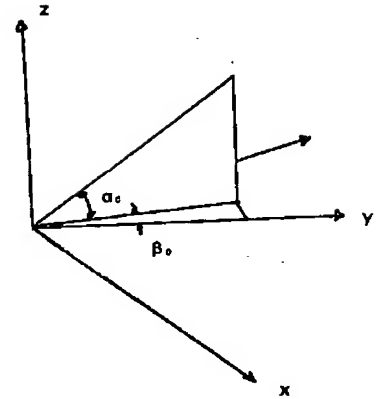
【符号の説明】

1, 18, 28	・・・液晶切換素子	2	・・・液晶層
3, 4, 20	・・・基板	5, 6	・・・配向層
7	・・・電界発生構造（電極構造）	8	・・・絶縁層
8a	・・・誘電ミラー		
9, 10	・・・電極	11	・・・電源
		12	・・・絶縁ベース層
15	・・・偏光子	16	・・・アナライザ
7	・・・光補償器		
19	・・・反射器	21	・・・反射層
		22	・・・

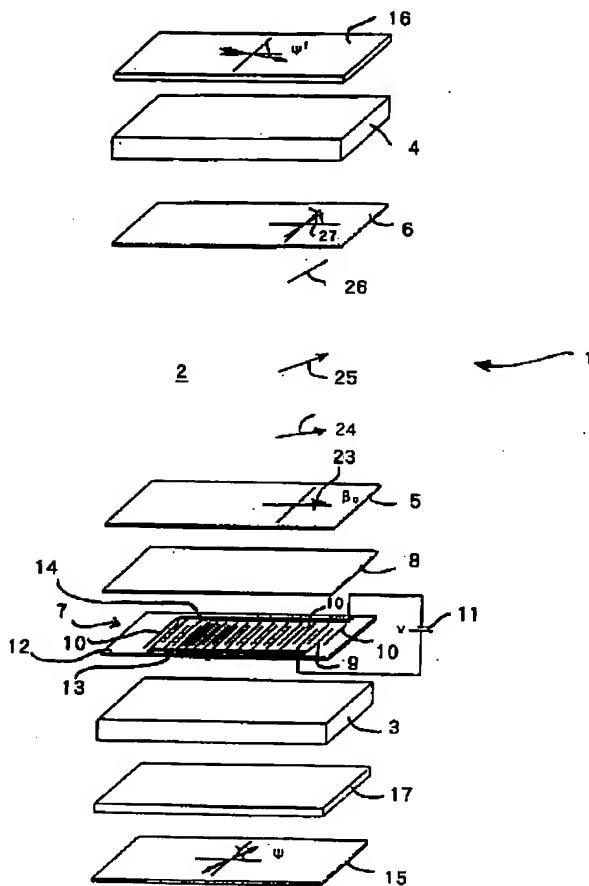
【図1】



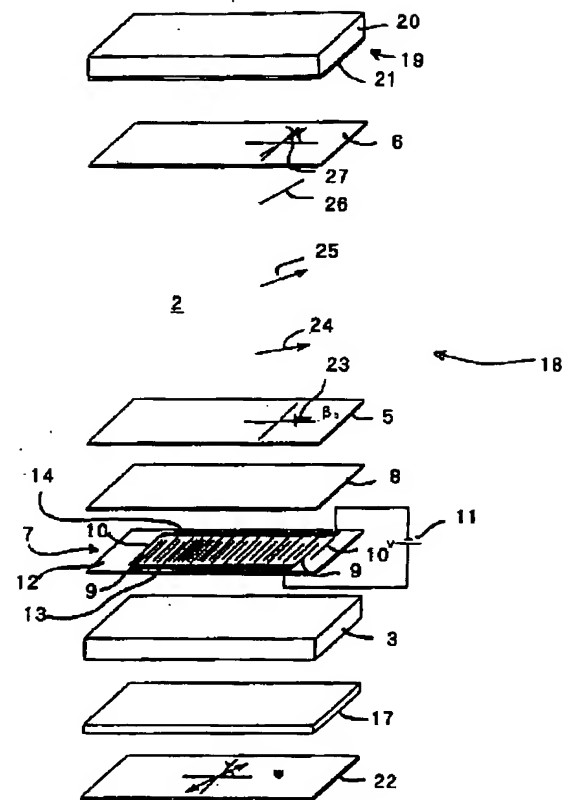
【図5】



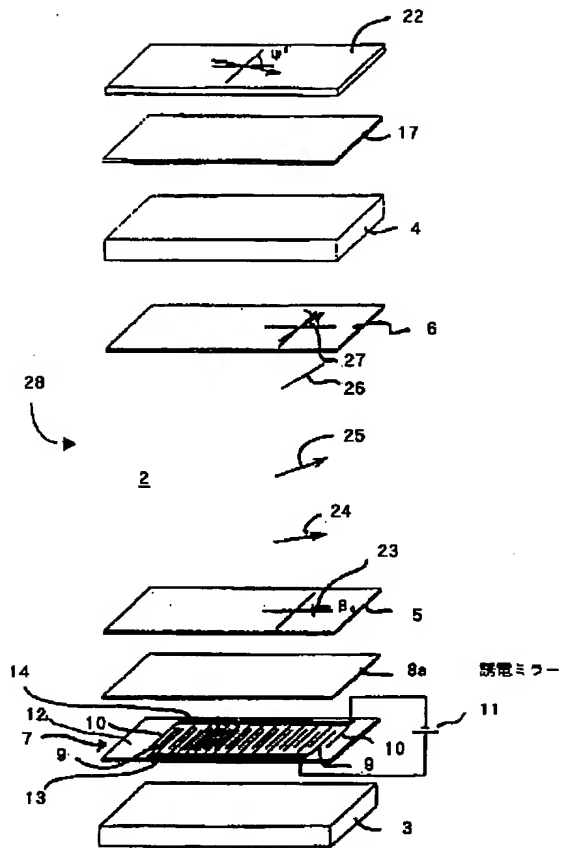
【図2】



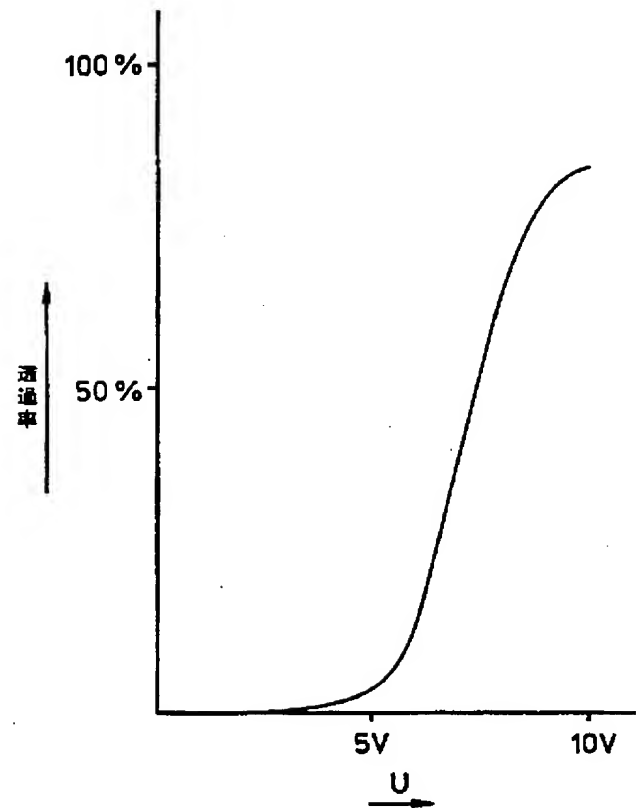
【図3】



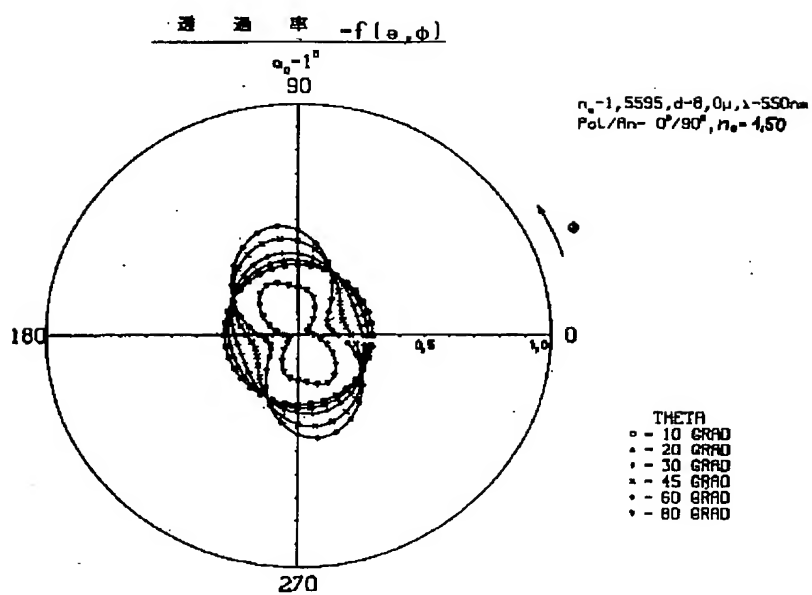
【図4】



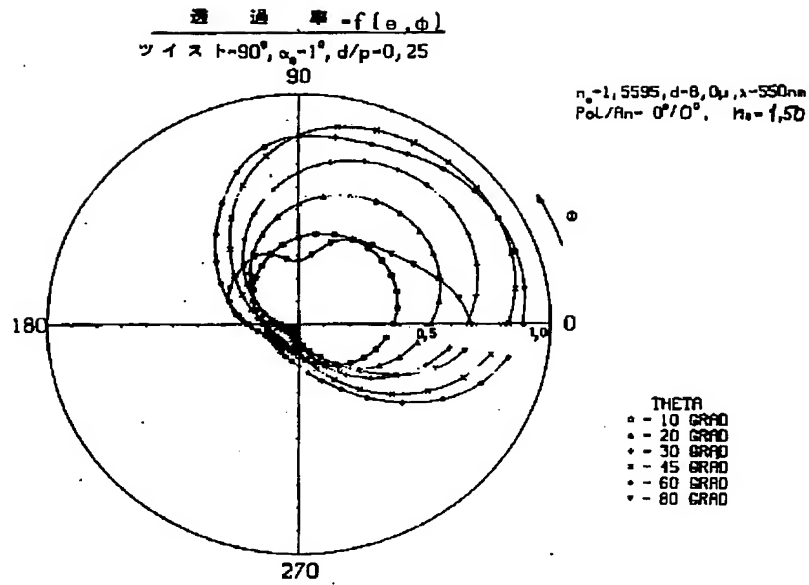
【図6】



【図7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 ヴンドシャイド, フリードリッヒ
 ドイツ国, D-7800 フライブルグーテ
 イーゲン, エツマッテンストラッセ 24

(72)発明者 キーファー, ルドルフ
 ドイツ国, D-7801 フェルステッテ
 ン, イム ゴットザッカー 20

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, D B名)

G02F 1/137

G02F 1/1343